

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

88/2557

B₇

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Patentschrift
⑪ DE 3448 182 C 2

⑤ Int. Cl. 4:
H 03 F 3/45
H 03 F 3/68
G 01 R 21/00

⑳ Akt nzeichen: P 34 48 182.6-31
㉑ Anmeld tag: 24. 7. 84
㉒ Offenl gungstag: —
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 29. 9. 88

DE 3448 182 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③④ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
01.08.83 US 518820 01.08.83 US 518832
27.09.83 US 536558 18.10.83 US 543095

⑦③ Patentinhaber:
Robinton Products, Inc., Sunnyvale, Calif., US

⑦④ Vertreter:
Bernhardt, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

⑥② Teil aus: P 34 90 349.6

⑦⑤ Erfinder:
Robinton, Michael Alan, Palo Alto, Calif., US;
Starkie, Alan Harwood, San Jose, Calif., US

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 28 46 598 A1
DD 1 40 524
US 44 95 463
US 44 85 353
US 44 56 878
US 42 17 546
US 30 70 786

⑤④ Schaltungsanordnung zur Kompensation des Versatzes an einem Verstärker

DE 3448 182 C 2

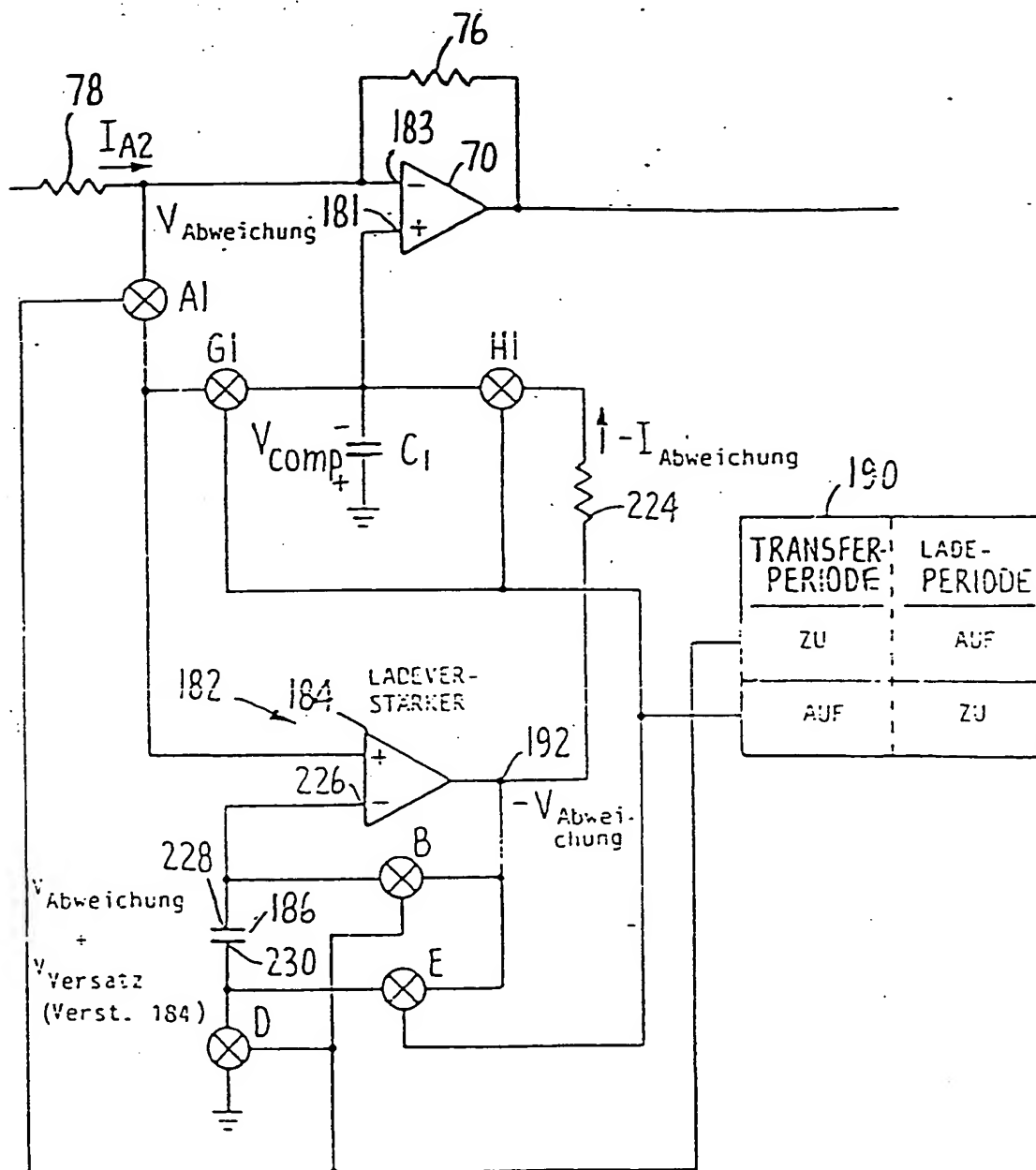


FIG. 1.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Kompensation des Versatzes an einem Verstärker, der einen Signaleingang und einen Kompensationseingang hat, wobei zur Kompensation des Versatzes an diesem Verstärker mit dem Kompensationseingang dieses Verstärkers ein Speicherelement fest verbunden ist, und wobei eine nullende Schaltung vorgesehen ist, die mit dem Verstärker und dem zugehörigen Speicherelement verbunden ist in der Weise, daß die nullende Schaltung eine dem Versatz entgegengerichtete Ladung auf das Speicherelement transferiert, dadurch gekennzeichnet, daß eine nullende Schaltung (182) für mehrere Verstärker (70, ...) vorgesehen ist und daß diese nullende Schaltung (182) mit dem Signaleingang (183) des Verstärkers (70, ...) verbunden wird.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die nullende Schaltung (182) einen Ladeverstärker (184) und ein mit diesem verbundenes temporäres Speicherelement (186) aufweist, wobei der Signaleingang des Ladeverstärkers (184) jeweils mit dem Signaleingang (183) des betreffenden Verstärkers (70, ...) verbindbar ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das temporäre Speicherelement (186) mit einem Anschluß (228) an eine Rückkopplungsschleife des Ladeverstärkers (184) angeschlossen ist, und daß der andere Anschluß in einem Betriebszustand mit der gemeinsamen Masse und im anderen Betriebszustand mit dem Ausgang (192) des Ladeverstärkers (184) verbindbar ist.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang (192) des Ladeverstärkers (184) mit dem betreffenden Speicherelement (C_1, \dots) verbindbar ist.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Kompensation des Versatzes an einem Verstärker, der einen Signaleingang und einen Kompensationseingang hat.

Eine solche Schaltungsanordnung ist bekannt (DE-OS 28 46 598). Ebenso wie vergleichbare Schaltungsanordnungen (US-PS 42 17 546, 44 56 878, 44 85 343 und 44 05 463) beruht diese bekannte Schaltungsanordnung darauf, daß die Polarität eines Einganges periodisch umgekehrt wird, so daß Versatzfehler sich dadurch aufheben, daß sie zu einem Zeitpunkt addiert und anschließend subtrahiert werden. Ein Hauptnachteil einer Versatzkompensation dieses Prinzips besteht darin, daß das Vorzeichen des betreffenden Signals verlorengeht und nur die jeweils absolute Größe erfaßt werden kann. Ein weiterer Nachteil dieser Versatzkompensation besteht darin, daß vorausgesetzt werden muß, daß die Größe des gemessenen Signals über zwei aufeinanderfolgende Polaritätsumkehrungen konstant bleibt. Bei schnellen Signaländerungen ergibt sich ein Meßfehler proportional der Änderung des gemessenen Signals während zweier aufeinanderfolgender Polaritätsumkehrungen.

Eine andere bekannte Technik zur Versatzkompensation besteht darin, daß zur Messung des Versatzes zwei in einer Schleife zusammengeschaltete Verstärker verwendet werden (US-PS 30 70 786). Eine solche Schaltungsanordnung ist bekanntlich instabil, sofern nicht spezielle Vorkehrungen getroffen werden. Weiterhin ist

es bei dieser bekannten Schaltungsanordnung zur Messung des Versatzes notwendig, den Meßvorgang während der Messung des Versatzes zu unterbrechen. Eine solche Unterbrechung ist akzeptabel, wenn das zu messende Signal sowieso jeweils nur kurzzeitig abgefragt wird, wie das bei der bekannten Schaltungsanordnung sowieso vorgesehen ist, wenn mehrere Signale gemessen werden sollen, da diese sowieso immer nur für kurze Zeit an den Verstärkereingang gegeben werden, eine solche Unterbrechung ist jedoch in vielen Fällen nicht zulässig, insbesondere nicht bei sich schnell ändernden Signalen.

Ferner ist eine Schaltungsanordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt (DD-PS 1 40 524). Diese ist nur zur Korrektur einer Drift und damit eines Versatzes an dem betreffenden Verstärker gedacht und geeignet.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, diese Schaltungsanordnung derart weiterzubilden, daß eine Versatzkompensation bei mehreren Verstärkern möglich wird, das Vorzeichen des Signals jedoch erhalten bleibt und der Meßvorgang nicht unterbrochen zu werden braucht, auch wenn mehrere Signale zu verarbeiten sind.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im Kennzeichenteil des Anspruchs 1 aufgeführten Maßnahmen gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung wird nur eine einzige nullende Schaltung benötigt, auch wenn eine Vielzahl von einzelnen Verstärkern zu kompensieren ist, da diese Schaltung nacheinander jeden Verstärker kompensiert. Die nullende Schaltung mißt zunächst die Versatzspannung am Ausgang und wird anschließend derart mit dem zugehörigen Speicherelement verbunden, so daß die betreffende Ladung auf das Speicherelement übertragen werden kann, um die Versatzspannung herabzusetzen. Es werden anschließend die übrigen Verstärker auf die gleiche Weise kompensiert, dann wird der zuerst kompensierte Verstärker nachkompensiert, und so fort, so daß nach einigen wenigen Zyklen der Versatz an allen Verstärkern vollständig kompensiert ist und diese Kompensation auch aufrechterhalten wird, ohne daß auch nur bei einem der Verstärker der Meßvorgang unterbrochen werden muß. Da keine Rückkopplungsschleife vorhanden ist, sind auch die damit verbundenen Stabilitätsprobleme vermieden, und weil keine Polaritätsumkehrung stattfindet, bleibt auch die Polarität des Eingangssignals unverändert erhalten.

Spezielle Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen 2 bis 4.

Die Erfindung soll anhand der Zeichnung näher erläutert werden; es zeigt

Fig. 1 ein Schaltbild einer Einfachst-Ausführungsform eines Spannungsversatzkompensationssystems nach der Erfindung;

Fig. 2 graphisch die Änderung der Abweichungsspannung, die mit dem Kompensationssystem nach Fig. 1 erzeugt wird;

Fig. 3 ein Schaltbild eines Spannungsversatzkompensationssystems der in Fig. 1 gezeigten Art für ein ganzes Meßsystem; und

Fig. 4 ein Zeitdiagramm, das den Betrieb des Versatzkompensationssystems nach Fig. 3 illustriert.

Um eine hohe Genauigkeit in einer Meßschaltung beispielsweise einem Leistungsmeßsystem, über einen weiten Dynamikbereich zu erreichen, ist es wichtig, daß Versatzfehler von den aktiven Schaltungselementen eli-

minierte werden. Versatzfehler, deren Größe ausreicht, um die Meßgenauigkeit ungünstig zu beeinflussen, sind üblicherweise in billigen Operationsverstärkern zu finden. Der Ausdruck "Spannungsversatz" wird allgemein als die Spannungsdifferenz zwischen zwei Eingängen an ein aktives Schaltungselement definiert, beispielsweise einen Operationsverstärker, wenn der Ausgang Null ist. Es ist eine Fehlanpassung zwischen den Verstärkereingängen, und die Erfindung betrifft eine Versatzkompensationseinrichtung, die eine solche Fehlanpassung korrigiert.

Fig. 1 zeigt eine neuartige Versatzkompensationsanordnung, angewandt bei einem einzelnen Verstärker. Die Grundtheorie der Versatzkompensationsanordnung involviert die Verwendung eines Kondensators oder anderen Speicherelementes, das an einen Eingang des Verstärkers angeschlossen ist und dann auf eine Kompensationsspannung aufgeladen wird. Ersichtlich können andere äquivalente Anordnungen an Stelle eines Kondensators dazu verwendet werden, eine Spannung zu speichern und an einen Verstärkereingang zu liefern. Operationsverstärker haben oft mehr als zwei Eingänge und weisen manchmal einen oder mehrere Eingänge auf, die speziell für Versatzkompensationszwecke ausgelegt sind. Die Erfindung arbeitet genau so gut bei der Kompensation des Versatzes bei Verstärkern mit zusätzlichen Eingängen. Welcher Eingang auch immer dazu vorgesehen ist, eine Kompensationsspannung aufzunehmen, mit der ein Spannungsversatz korrigiert wird, es wird dieser Eingang sein, an den der Kondensator angeschlossen wird. Die Anordnung weist ferner Einrichtungen auf, mit denen der Kondensator auf eine Ersatzspannung aufgeladen wird, die im wesentlichen den Effekt des Spannungsversatzes an einem anderen Verstärkereingang auslöscht. Der Einfachheit halber ist in Fig. 1 nur ein Verstärker 70 (Fig. 1) gezeigt, wenn auch die Versatzkompensationseinrichtung nach der Erfindung dazu verwendet werden kann, nacheinander eine Vielzahl von Verstärkern zu korrigieren, wie noch näher erläutert wird.

Die Verstärkerversatzkompensationseinrichtung, wie sie an den Verstärker 70 angelegt wird, weist ein Versatzspeicherelement auf, beispielsweise einen Kondensator C_1 , der mit einem ersten gewählten Eingang 181 des Verstärkers verbunden ist. Eine nullende Schaltung 182, die über Schalter sowohl mit dem Versatzspeicherelement als auch dem zweiten gewählten Eingang 183 des Verstärkers 70 verbunden ist, ist ebenfalls vorgesehen. Die nullende Schaltung 182 weist einen Ladeverstärker 184 auf, der über einen Schalter A 1 mit dem zweiten Eingang des Verstärkers 70 verbunden ist. Die nullende Schaltung weist ferner ein temporäres Speicherelement auf, einen Kondensator 186, und eine Reihe von Schaltern B, D und E, die den Kondensator 186 mit einem Ladeverstärker 184 verbinden, wie noch beschrieben wird. Zusätzliche Schalter G₁ und H₁ schalten den Ladeverstärker 184 in eine Ladeschaltung, die die auf Kondensator C_1 gespeicherte Spannung einstellt.

Das Leitungssignalsignal I_{A2} wird an den invertierenden Eingang des Verstärkers 70 geliefert, bei dem es sich idealerweise um eine virtuelle Erde handelt. Jeder Spannungsversatz im Verstärker 70 erscheint anfänglich als eine Spannung am invertierenden Eingang 183. Wenn der Kondensator C_1 geladen wird, verringert sich die Spannung am invertierenden Eingang 183, bis die Bedingung einer virtuellen Erde erreicht ist. Die Differenz zwischen der Kompensationsspannung V_{comp} auf C_1 und dem tatsächlichen Spannungsversatz des Ver-

stärkers 70 wird als Abweichungsspannung $V_{Abweichung}$ bezeichnet. Es ist $V_{Abweichung}$, die am Eingang 183 erscheint. Der Zweck der Versatzkompensationseinrichtung nach der Erfindung besteht darin, $V_{Abweichung}$ auf ein Minimum zu reduzieren.

Die Versatzkompensationseinrichtung weist Kontrollmittel auf, um die in Kasten 190 aufgeführten Funktionen durchzuführen. Im wesentlichen betätigen die Kontrollmittel die Schalter A 1, B, D, E, G 1 und H 1, um nacheinander eine Reihe von Transfer- und Ladeperioden zu erzeugen. Während einer anfänglichen Transferperiode sind die Schalter A 1, B und D geschlossen und die Schalter E, G 1 und H 1 offen. Wenn der Schalter A 1 geschlossen ist, wird $V_{Abweichung}$ an den nicht-invertierenden Eingang des Ladeverstärkers 184 gegeben, der als Verstärker mit Verstärkung eins konfiguriert ist. Der Schalter B, der während der Transferperioden geschlossen ist, sorgt für eine Rückkopplungsverbindung zwischen dem Ausgang 192 des Ladeverstärkers 184 und dem invertierenden Eingang 226. Ein erster Anschluß 226 des temporären Speicherkondensators 186 ist ebenfalls mit dem invertierenden Eingang 226 verbunden. Der Schalter D verbindet im geschlossenen Zustand einen zweiten Anschluß 230 des Kondensators 186 mit Masse. Während der Transferperiode erscheint also $V_{Abweichung}$ am Verstärkerausgang 192 und wird im temporären Speicherkondensator 186 gespeichert, zusammen mit dem Spannungsversatz des Ladeverstärkers 184 ($V_{Versatz-Verst. 184}$).

Während einer folgenden Ladeperiode öffnen die Kontrollmittel 190 die Schalter A 1, B und D und schließen die Schalter E, G 1 und H 1. Das dient dazu, den zweiten Anschluß 230 des Kondensators 186 von Masse zu trennen und ihn mit dem Verstärkerausgang 192 in einer zweiten Rückkopplungsschleife zu verbinden. Das Resultat besteht darin, daß eine Spannung $-V_{Abweichung}$ am Verstärkerausgang 192 erscheint. Der interne Versatz des Ladeverstärkers 184 ($V_{Versatz-Verst. 184}$) wird durch den gleichen und entgegengesetzten Wert der Komponente $-V_{Versatz-Verst. 184}$ ausgelöscht, die vom Kondensator 186 an den Ausgang 192 geliefert wird. Das Schließen des Schalters G 1 und das Öffnen des Schalters A 1 während der Ladeperiode liefert auch die Spannung V_{comp} auf dem Versatzspeicherkondensator C_1 an den nicht-invertierenden Eingang des Ladeverstärkers 184. Mit $-V_{Abweichung}$ am Ladeverstärkerausgang 192 und V_{comp} an dessen Eingang (während der Ladeperiode) wird durch Impedanz 224 und Schalter H 1 ein Strom $-I_{Abweichung}$ aufgebaut, der V_{comp} in der Richtung einstellt, die notwendig ist, um während der nächsten Transferperiode $V_{Abweichung}$ zu reduzieren.

Fig. 2 zeigt den Betrieb der Versatzkompensationseinrichtung im Ablaufbetrieb. Angenommen die Spannung $V_{Versatz-Verst. 70}$ repräsentiert den Spannungsversatz zwischen den Eingängen des Verstärkers 70, und die Ladung auf Kondensator C_1 (V_{comp}) ist anfänglich Null, dann ist $V_{Abweichung}$ während der anfänglichen Transferperiode gleich $V_{Versatz-Verst. 70}$. Während der folgenden Ladeperiode erscheint eine Spannung $-V_{Abweichung}$ am Verstärkerausgang 192. Ein Strom $-I_{Abweichung}$ wird dann an den Kondensator 186 geliefert, so daß der Wert von V_{comp} erhöht wird. Die Spannung V_{comp} auf Kondensator C_1 dient dazu, den Versatzfehler des Verstärkers 70 bis zur nächsten Transferperiode erheblich zu reduzieren. Die Werte des Widerstandes 224 und Kondensators C_1 werden so gewählt, daß ein Strom $-I_{Abweichung}$ produziert wird, der die Spannung auf Kondensator C_1 während einer einzelnen Ladeperiode nicht zu stark an-

dert. Der Kondensator C_1 wird deshalb während einigen anfänglichen Transfer- und Lade-Zyklen nicht auf die volle Versatzspannung aufgeladen. Wenn sich V_{comp} an ($V_{Versatz-Verst. 70}$) annähert, wird $V_{Abweichung}$ progressiv kleiner. Schließlich nähert sich $V_{Abweichung}$ einem stabilen Minimalwert, der ausreicht, Leckströme und andere vorübergehende Signale, die in der Schaltung vorhanden sind, zu korrigieren. An diesem Punkt sind Versatzabweichungen praktisch eliminiert.

Anschließend Transfer- und Ladeperioden können entweder unmittelbar nach vorangegangenen Transfer- und Ladeperioden folgen, oder um eine Zeitverzögerung getrennt. In der bevorzugten Ausführungsform, wo zusätzliche Verstärker unter Verwendung der gleichen nullenden Schaltung 182 versatzkompensiert werden, sind die irgendeinem Verstärker assoziierten Transfer- und Ladeperioden durch vorgegebene Zeitintervalle getrennt. Gemäß Fig. 2 zeigt die nächste Transferperiode eine $V_{Abweichung}$, die kleiner ist, wie bei 222 gezeigt. Wie oben wird $V_{Abweichung}$ zunächst auf Kondensator 186 gespeichert und erscheint dann, während der folgenden Ladeperiode, am Ladeverstärkerausgang 192 als $-V_{Abweichung}$. Während dieser Ladeperiode wird der Strom $-I_{Abweichung}$ zur Ladung auf dem Kondensator C_1 addiert, so daß die Größe von $V_{Abweichung}$ während der folgenden Transferperiode weiter reduziert wird. Während folgender Zyklen nähert sich V_{comp} auf Kondensator C_1 dem tatsächlichen Spannungsversatz des Verstärkers 70, so daß $V_{Abweichung}$ auf etwa Null reduziert wird.

Das oben mit Bezug auf den Verstärker 70 beschriebene Versatzkompensationssystem kann in ähnlicher Weise den Versatz bei einer Vielzahl von Verstärkerelementen kompensieren. Fig. 3 zeigt die bevorzugte Ausführungsform des Versatzkompensationssystems, das dazu verwendet wird, eine Versatzkompensation für fünf verschiedene Verstärker zu erhalten. Im dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um zwei Signalverstärker 70 und 74 und um drei Integrationsverstärker 46, 108 und 180, die zu einem Leistungsmeßsystem gehören. Jeder der Verstärker ist ähnlich dem in Verbindung mit Fig. 1 diskutierten Verstärker 70 insoweit, als alle invertierende virtuelle Erdeingänge haben, an die ein Signal angelegt wird. Jeder dieser Verstärker ist mit entsprechenden Versatzspeicherelementen versehen, Kondensatoren C_1 bis C_5 . Die nicht-invertierenden Eingänge der Verstärker werden über entsprechende Schalter A 1 bis A 5, wie in Fig. 3 gezeigt, mit dem Ladeverstärker 184 der nullenden Schaltung 182 verbunden. Schalterpaare äquivalent G 1 und H 1 in Fig. 1, nämlich G 1 bis G 5 und H 1 bis H 5, verbinden den Ladeverstärker 184 mit dem entsprechenden Versatzspeicher-kondensator jedes Verstärkers.

Eine einzige nullende Schaltung 182 speichert die Abweichungsspannung und Ladung des Versatzspeicher-kondensators jedes Verstärkers mittels der im folgenden beschriebenen Sequenz. Der Einfachheit halber ist die Steuerschaltung zum Betrieb der verschiedenen in Fig. 3 dargestellten Schalter weggelassen. Ein konventioneller Kontrollor irgendeiner geeigneten Art kann dazu verwendet werden, die Schalter entsprechend dem in Fig. 4 illustrierten Zeitdiagramm zu steuern. Der Kontrollor schließt zunächst die Schalter A 1, B und D während einer anfänglichen Transferperiode für Verstärker 70, öffnet dann die Schalter A 1, D und B und schließt die Schalter E, G 1 und H 1 während einer Ladeperiode. Der Kontrollor sorgt dann für weitere anschließende Transfer- und Lade-Perioden für jeden der anderen Verstärker, deren Versatz kompensiert werden

soll. Nach der Ladeperiode des Verstärkers 70 beginnt die Transferperiode des Verstärkers 74, wobei der Kontrollor die Schalter A 2, D und B schließt und dann diese Schalter öffnet und die Schalter E, G 2 und H 2 während der folgenden Ladeperiode schließt. Für den Verstärker 46 werden die Schalter A 3, B und D während der Transferperiode geschlossen und die Schalter E, G 3 und H 3 werden während der Ladeperiode geschlossen. Für den Verstärker 108 werden die Schalter A 4, B und D während der Transferperiode geschlossen und die Schalter E, G 4 und H 4 werden während der Ladeperiode geschlossen. Schließlich werden für den Verstärker 180 die Schalter A 5, B und D während der Transferperiode geschlossen und die Schalter E, G 5 und H 5 werden während der Ladeperiode geschlossen.

Nachdem eine Transfer- und Lade-Periode für einen Verstärker beendet ist, bleiben alle mit diesem Verstärker assoziierten Schalter, nämlich die Schalter A, G und H offen. Die auf dem betreffenden Versatzspeicher-kondensator gespeicherte Ladung bleibt, bis die Kontrollersequenz für eine neue Ladeperiode sorgt, die diesem Kondensator assoziiert ist. Wenn auch ein gewisser Ladungsverlust eintritt, so werden doch Abweichungen durch Spannungsversatz für jeden der Verstärker wesentlich reduziert. Die Arbeitsfrequenz des Kontrollors zum Öffnen und Schließen der Schalter, die mit der Versatzkompensationseinrichtung assoziiert sind, kann bei der Konstruktion festgelegt werden, sie kann erheblich langsamer sein als die Takte, die mit dem Meßsystem assoziiert sind.

Das offenbarte Versatzkompensationssystem kann dazu verwendet werden, Abweichungen auf Grund von Versatz in einer beliebigen Anzahl von Verstärkerelementen zu korrigieren, die mit einem Meßsystem assoziiert sind. Eine einzige nullende Schaltung ähnlich Schaltung 182 kann sequentiell mit bis zu N Verstärkerelementen und den assoziierten Speicherelementen während einer Sequenz von Transfer- und Lade-Perioden verbunden werden. Ein solches Versatzkompensationssystem ist wirtschaftlich und ist ideal zur Verwendung von CMOS integrierten Schaltungen geeignet, wo Versatzfehler Probleme mit sich bringen können. Das Versatzkompensationssystem kann bei allen Typen von Meßschaltungen verwendet werden, in denen Operationsverstärker verwendet werden. Eine solche Meßschaltung kann beispielsweise irgendeine geeignete Anordnung sein, mit der Analogsignale multipliziert werden, die Strom und Spannung repräsentieren, sowie irgendeinen geeigneten Konverter oder eine Filterschaltung aufweisen, mit der ein Ausgangssignal aus dem Produktsignal gewonnen wird. Wenn angenommen wird, daß das Meßsystem bis zu N Verstärkerelementen in seinen verschiedenen Bestandteilen verwendet, kann das Versatzkompensationssystem nach der Erfindung in der folgenden beschriebenen Weise praktisch Abweichungen auf Grund von Versatz eliminieren.

Die N Verstärkerelemente weisen jedes eine Anzahl von Eingängen auf. Ein erster ausgewählter Eingang in jedem solchen Verstärker ist der Eingang zur Aufnahme einer Kompensationsspannung zur Korrektur des Spannungsversatzes. N Versatzspeicherelemente, beispielsweise Kondensatoren, sind ebenfalls vorgesehen. Eines der N Versatzspeicherelemente ist mit dem ersten gewählten Eingang jedes der N Verstärkerelemente verbunden. Die Versatzspeicherelemente erhalten Kompensationsspannungen, die die Versatzabweichung an einem anderen Ende des Verstärkerelementes, mit dem sie jeweils verbunden sind, erheblich reduzieren, wobei

dieser andere Eingang als zweiter ausgewählter Eingang bezeichnet wird. Jede Differenz zwischen der Kompensationsspannung auf dem Versatzspeicherelement und dem Spannungsversatz des Verstärkerelementes ist eine Abweichspannung, die am zweiten gewählten Eingang des Verstärkerelementes erscheint. Eine nullende Schaltung, wie beispielsweise Schaltung 182, ist ebenfalls für das Leitungsmeßsystem vorgesehen. Die nullende Schaltung kann sequentiell mit jedem der N Verstärkerelemente und dem damit assoziierten Versatzspeicherelement verbunden werden. In der folgenden Beschreibung wird das Verstärkerelement, mit dem die nullende Schaltung verbunden ist, einschließlich des assoziierten Speicherelementes, als das gewählte Verstärkerelement bezeichnet. In der gleichen Weise wie bei dem oben beschriebenen System wird die nullende Schaltung zunächst mit dem zweiten Eingang des gewählten Verstärkerelementes während einer intermittierenden Transferperiode verbunden. Die nullende Schaltung wird dann mit dem mit dem gewählten Verstärkerelement assoziierten Versatzspeicherelement verbunden, und zwar während der intermittierenden Ladeperiode, die der Transferperiode folgt. Ein Kontrollsystem verbindet dann die nullende Schaltung sequentiell mit dem verbleibenden der N Verstärkerelemente um Transfer- und Lade-Perioden für jedes der Verstärkerelemente zu erhalten. Die Sequenz wird kontinuierlich wiederholt, so daß alle Verstärkerelemente hinsichtlich des Versatzes kompensiert werden und die Versatzabweichungen im Meßsystem im wesentlichen eliminiert werden.

Durch Einsatz der beschriebenen Versatzkompensationseinrichtung mißt ein Meßsystem mit einem hohen Genauigkeitsgrad über einen weiten Dynamikbereich. Die Notwendigkeit für relativ aufwendige kalibrierte oder fehlerfreie Verstärker ist beseitigt, so daß das Meßsystem relativ billig wird.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

40

45

50

55

60

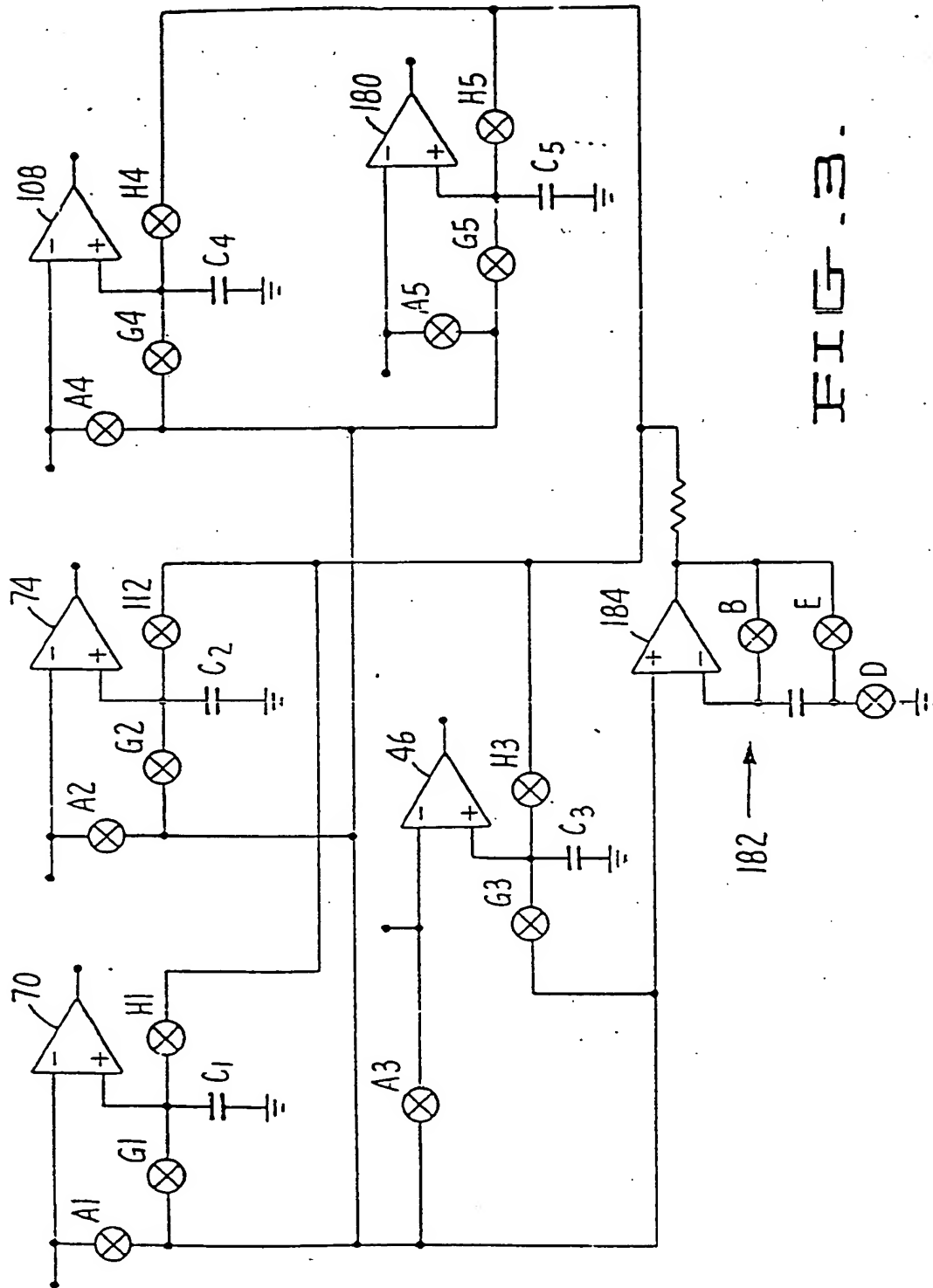


FIG. 3.

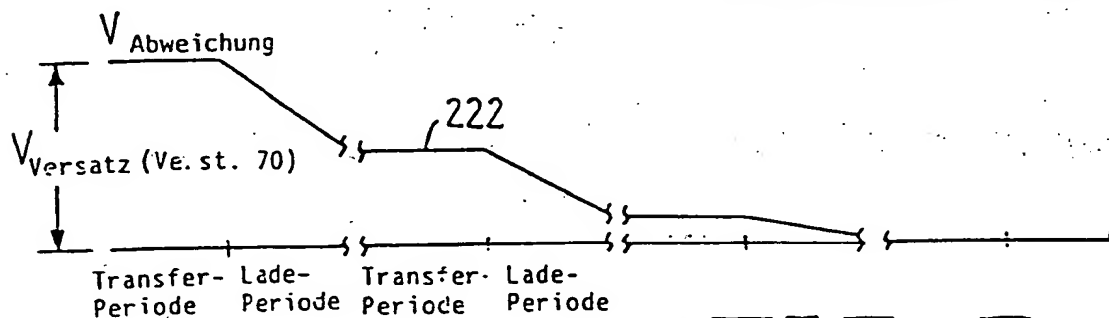


FIG. 2

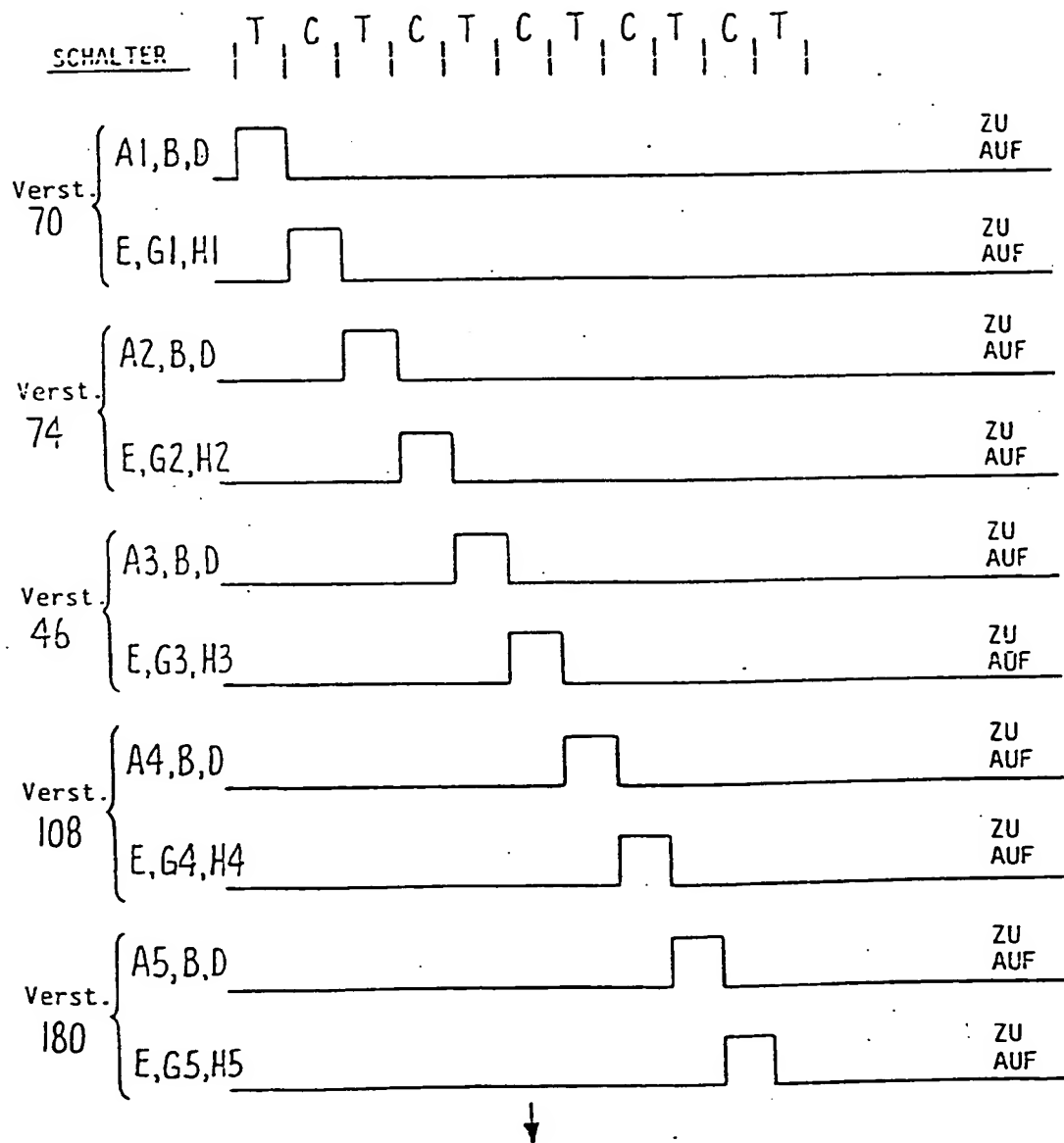


FIG. 4